

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 40 39 132.9  
②② Anmeldetag: 7. 12. 90  
②③ Offenlegungstag: 13. 6. 91

DE 4039132 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④  
07.12.89 JP P 318246/89

⑦① Anmelder:  
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

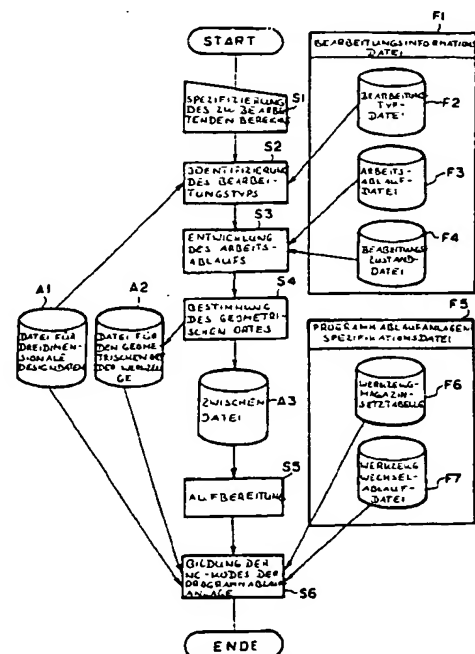
⑦④ Vertreter:  
Louis, D., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8183  
Rottach-Egern; Pöhlau, C., Dipl.-Phys., 8500  
Nürnberg; Lohrentz, F., Dipl.-Ing., 8130 Starnberg;  
Segeth, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8500  
Nürnberg

⑦② Erfinder:  
Goto, Sunao, Hiroshima, JP.

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von Daten für numerisch gesteuerte Bearbeitung

⑤⑦ Ein Verfahren zur Erzeugung von Bearbeitungsdaten für die Steuerung einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine auf der Grundlage eines Formmodells, das ein Produkt darstellt, das durch die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine bearbeitet werden soll, und eine Vorrichtung, in der dieses Verfahren ausgeführt wird. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Speicherns von aus dem Formmodell gewonnenen Positionsdaten (A1) eines jeden zu bearbeitenden Bereichs und von Bearbeitungseigenschaft-Daten (F1, F2) über die Inhalte der für den zu bearbeitenden Bereich auszuführenden Bearbeitung, des Auslesens (S2) der Bearbeitungseigenschaft-Daten (F2) für einen bestimmten zu bearbeitenden Bereich aus dem Speicher, des Gewinnens (S3) von Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, und von Daten (F4) über den Bearbeitungszustand aus einer Bearbeitungsinformationsdatei (F1) entsprechend den ausgelesenen Bearbeitungseigenschaft-Daten und des Transformierens (S6) der Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, der Daten über den Bearbeitungszustand und der Positionsdaten eines jeden zu bearbeitenden Bereichs in Bearbeitungsdaten, die für die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geeignet sind.



DE 4039132 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Daten für die Steuerung einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Seit einiger Zeit sind automatische Programmiersysteme zum Steuern einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine unter Verwendung eines Computers in großem Umfang in Gebrauch gekommen.

Derartige automatische Programmiersysteme sind unter den Namen APT, EXAPT, AUTOSPOT, FAFT und dergleichen bekannt. Das APT-System berechnet geometrische Werkzeugwege und kann Werkzeugwege einer gleichzeitig eine Mehrzahl von Spindeln steuernden Werkzeugmaschine berechnen. Das EXAPT-System kann zusätzlich zum Werkzeugweg einer Bohrmaschine, einer Drehbank oder ähnlichem den Betriebszustand derselben berechnen. Wenn eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine durch ein derartiges automatisches Programmiersystem gesteuert wird, muß ein Band für die numerische Steuerung erstellt werden. Für die Erstellung dieses Bandes für die numerische Steuerung muß wiederum zunächst ein Teilprogramm vorbereitet werden. Das Teilprogramm ist ein Programm, in dem die Bewegung des Werkzeugs in der Systemsprache geschrieben ist. Das vorbereitete Teilprogramm wird in einen Hauptprozessor eingegeben und für eine geometrische Operation verwendet, wobei CL-Daten erhalten werden, in denen die Werkzeugwege unter Verwendung eines verallgemeinerten Koordinatensystems dargestellt werden. Danach werden die CL-Daten in einen Postprozessor eingegeben und in ein Maschinen-Koordinatensystem transformiert, wodurch korrigierte Werte erhalten werden, die mit dem Bandformat der numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine übereinstimmen. Dann werden vorgegebene NC-Kodes (Kodes für numerische Steuerung) wie etwa G, F, T, M und ähnliches eingesetzt.

Das Teilprogramm kann jedoch nicht direkt aus den dreidimensionalen Designdaten eines mittels CAD (computergestützte Konstruktion) erstellten Formmodells eines Produktes erhalten werden. Der Grund hierfür liegt darin, daß, obwohl dreidimensionale Designdaten Daten über die Position eines jeden zu bearbeitenden Bereichs und, wenn der zu bearbeitende Bereich beispielsweise ein Loch ist, über die Position des Lochzentrums, enthalten, die dreidimensionalen Designdaten keine Daten über Merkmale der auszuführenden Bearbeitung wie etwa solche, die angeben, ob das Loch ein aufgetriebenes Loch oder ein Gewindeloch ist, enthalten. Daher muß die Bedienungsperson die Eigenschaften der auszuführenden Bearbeitung für jeden Bereich vorgeben, wobei das Teilprogramm durch Kombination der durch die Bedienungsperson bestimmten Bearbeitungseigenschaft mit den Daten über die Position eines jeden zu bearbeitenden Bereichs erstellt wird. Daher dauert es in herkömmlichen Systemen sehr lange, ein Teilprogramm zu erstellen, ferner mußte das Teilprogramm zunächst in CL-Daten und die CL-Daten weiterhin in NC-Kodes transformiert werden.

Da das Teilprogramm ferner Daten über die Position eines jeden zu bearbeitenden Bereichs enthält, muß das Teilprogramm für jede Produktart gesondert erstellt werden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die erwähnten Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und ein Verfahren und eine Vorrichtung zu

schaffen, mit denen Daten zum Bearbeiten eines Werkstückes mittels einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine auf der Grundlage eines Formmodells schnell und mit hoher Effizienz erzeugt werden können.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1.

Diese Aufgabe wird ferner bei einer Vorrichtung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 4.

Erfindungsgemäß wird die Eigenschaft der auszuführenden Bearbeitung für einen gegebenen zu bearbeitenden Bereich mittels Spezifizierung des zu bearbeitenden Bereichs ausgelesen, wobei die Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, und die Daten über den Betriebszustand in bezug auf die Eigenschaft der Bearbeitung aus einer Bearbeitungsinformationsdatei erhalten werden. Daher kann das Programm über die Bearbeitungseigenschaft automatisch erhalten werden, ohne daß die Bedienungsperson ein Teilprogramm herstellt. Folglich müssen erfindungsgemäß das Teilprogramm und die CL-Daten, die im Stand der Technik vorbereitet werden müssen, nicht erstellt werden.

Die Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge eingesetzt werden, und die Daten über den Betriebszustand, die auf die oben beschriebene Weise erhalten werden, werden mit den Positionsdaten für die zu bearbeitenden Bereiche des Formmodells kombiniert, um in der Endstufe der Programmierung einen Schneideweg zu erhalten. Folglich muß bis zur Endstufe nur die Programmierung der Bearbeitungseigenschaft weiterentwickelt werden, während die Programmierung für die Positionsdaten der zu bearbeitenden Bereiche, deren Werte sich bei verschiedenen Formmodellen unterscheiden, nicht weiterentwickelt werden müssen. Daher kann dieselbe Bearbeitungsinformationsdatei verwendet werden, um Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, und Daten über die Bearbeitungszustände bei verschiedenen Formmodellen zu erhalten.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer bevorzugter Ausführungsform mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur Erzeugung von Daten für die Bearbeitung eines Werkstückes mittels einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Produktes;

Fig. 3 eine Tabelle eines Beispiels für die dreidimensionale Designdaten-Datei;

Fig. 4 eine Tabelle für Beispiele der Bearbeitungstyp-Datei und der Arbeitsablauf-Datei;

Fig. 5 eine Tabelle eines Beispiels der Bearbeitungszustand-Datei;

Fig. 6 eine Tabelle eines Beispiels der Bearbeitungsinformation-Zwischendatei;

Fig. 7 eine Ansicht zur Erläuterung eines Beispiels der Werkzeugmagazin-Setztabelle;

Fig. 8 eine Ansicht zur Erläuterung eines Beispiels der Werkzeugwechselablauf-Datei; und

Fig. 9 eine Ansicht zur Erläuterung eines Beispiels des Werkzeugweges, der auf NC-Bearbeitungsdaten

basiert, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugt werden.

Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Daten für die Bearbeitung eines Werkstückes mit einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine (die im folgenden mit "NC-Bearbeitungsdaten" bezeichnet werden) entsprechend dem in Fig. 1 gezeigten Flußdiagramm erstellt.

Das Verfahren gemäß dieser Ausführungsform wird beschrieben, wenn es bei der Herstellung einer in Fig. 2 gezeigten Positionsgeberplatte (die beim Zusammenbau einer Fahrzeugkarosserie als Aufspannvorrichtung verwendet wird) angewendet wird.

Um für alle zu bearbeitenden Bereiche eines mittels CAD erstellten Formmodells eines Produktes NC-Kodes zu erstellen, müssen nacheinander sämtliche zu bearbeitenden Bereiche spezifiziert werden. Das dreidimensionale Formmodell der Positionsgeberplatte besitzt eine große Anzahl von zu bearbeitenden Bereichen. Die Bearbeitungen werden in drei Grundtypen unterschieden: Bohren, Profilfräsen und Formarbeiten. Die Stoßlöcher 11 und die Gewindelöcher 12 werden durch Bohren ausgebildet, während die Seitenfläche 13 durch Profilfräsen ausgeschnitten wird und die gekrümmte Außenseite 14 durch Formarbeiten ausgebildet wird. Die Stoßlöcher 11 und die Gewindelöcher 12 werden auf verschiedene Arten bearbeitet, wobei das erstere getrieben und in das letztere ein Innengewinde geschnitten wird. Alle diese zu bearbeitenden Bereiche müssen spezifiziert werden.

Im ersten Schritt (Schritt S1), der der Erstellung der NC-Bearbeitungsdaten dient, werden die zu bearbeitenden Bereiche oder zu bearbeitenden Teile spezifiziert. Im nächsten Schritt S2 werden die Bearbeitungstypen identifiziert. Hierbei werden aus einer dreidimensionalen Designdaten-Datei A1, die das Formmodell des Produktes spezifiziert, Daten über Bearbeitungseigenschaften ausgelesen und die Arten von Bearbeitungen entsprechend der Bearbeitungseigenschaften auf der Grundlage der Bearbeitungstyp-Datei F2 in einer Bearbeitungsinformations-Datei F1 identifiziert. Der nächste Schritt S3 ist ein Arbeitsablauf-Entwicklungsschritt, in dem die Reihenfolge der Werkzeuge auf der Grundlage einer Arbeitsablauf-Datei F3 in der Bearbeitungsinformations-Datei F1 entsprechend den im Schritt S2 identifizierten Bearbeitungstypen bestimmt wird. Ferner wird in diesem Schritt auf der Grundlage einer Bearbeitungszustand-Datei F4 in der Bearbeitungsinformations-Datei F1 der Bearbeitungszustand für jedes Werkzeug bestimmt. Im nächsten Schritt S4 wird für jeden Bearbeitungstyp der geometrische Ort des Werkzeuges bestimmt. Der geometrische Ort des Werkzeuges ist kein Schneideweg, an dem entlang das Werkzeug von einem zu bearbeitenden Bereich zu einem weiteren zu bearbeitenden Bereich bewegt wird, sondern ein Weg, an dem entlang das Werkzeug innerhalb eines Bereichs bewegt wird, um den Bereich zu bearbeiten; er wird entsprechend dem Bearbeitungstyp, dem Arbeitsablauf, dem Bearbeitungszustand usw. automatisch bestimmt. Die im Schritt S4 bestimmten geometrischen Orte der Werkzeuge werden in einer Datei A2 für die Daten der geometrischen Orte gespeichert. Die Daten des Bearbeitungstyps, des Arbeitsablaufes und des Bearbeitungszustandes werden für jeden Bereich in einer Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 gespeichert. Der Schritt S5 ist ein Aufbereitungsschritt, in dem die in der Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 gespeicherten Daten für den Arbeitsablauf aufbereitet wer-

den. Im Schritt S5 wird die Reihenfolge der zu verwendenden Werkzeuge so umgeordnet, daß die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mit größerer Effizienz arbeitet. Danach werden im Schritt S6 NC-Kodes für eine Programmablaufanlage erzeugt. Im Schritt S6 werden die im Schritt S5 aufbereiteten Daten, die in der dreidimensionalen Designdaten-Datei A1 gespeicherten Positionsdaten eines jeden zu bearbeitenden Bereichs und die Daten der geometrischen Orte der Werkzeuge, die in der entsprechenden Datei A2 gespeichert sind, miteinander kombiniert und auf der Grundlage einer Werkzeugmagazin-Setztabelle F6 und einer Werkzeugwechselablauf-Datei F7 einer Programmablaufanlage-Spezifikationsdatei F5 in für die Programmablaufanlage geeignet NC-Kodes transformiert, wodurch NC-Bearbeitungsdaten erstellt werden. Die Bearbeitungsinformation-Datei F1 und die Programmablaufanlage-Spezifikationsdatei F5 sind Dateien, die im voraus erstellt worden sind und für die Erzeugung von NC-Bearbeitungsdaten für Produkte verschiedener Formen verwendbar sind. Wenn NC-Bearbeitungsdaten für verschiedene Produkte erstellt werden, muß die Bedienungsperson nur diejenigen Daten vorbereiten, die in der Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten gesetzt werden sollen.

Nun wird das in Fig. 1 gezeigte Flußdiagramm im einzelnen beschrieben. In Fig. 3 ist die Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten in Form einer Tabelle gezeigt. Die dreidimensionalen Designdaten enthalten für jeden zu bearbeitenden Bereich eine Tabelle T1 für geometrische Informationen, die die Positionsdaten für den betreffenden Bereich bereitstellt, und eine Bearbeitungseigenschaft-Tabelle T2, die die Bearbeitungsinhalte für diesen Bereich bereitstellt. Die Tabelle T1 für geometrische Informationen wird dadurch erhalten, daß die vom CAD-Prozeß ausgegebenen Daten tabelliert werden. In dieser Tabelle T1 wird jeder der zu bearbeitenden Bereiche des Formmodells (zum Beispiel ein Loch, eine Außenseite und dergleichen) durch eine den Bereich spezifizierende Diagrammnummer dargestellt, so daß bei spezifizierter Diagrammnummer ein zu bearbeitender Bereich festgelegt ist. Im allgemeinen werden für ein Produkt einige Tausende solcher Diagrammnummern erstellt. Jeder Diagrammnummer sind ein Diagramm des zu bearbeitenden Bereichs (zum Beispiel einen Kreis und eine Krümmung), die geometrische Information, d. h. die Position des zu bearbeitenden Bereichs in bezug auf das gesamte Produkt definierende Positionsdaten, und einen Verbindungszeiger, der die Verbindung zweier Diagramme erleichtert, wenn der zu bearbeitende Bereich aus zwei miteinander verbundene Diagrammen besteht, zugeordnet.

Die Eigenschaft der für den zu bearbeitenden Bereich auszuführenden Bearbeitung kann jedoch nicht allein aus den Daten in der Tabelle T1 für geometrische Informationen erhalten werden. Wenn zum Beispiel die Diagrammnummer 1200 angegeben wird, kann daraus entnommen werden, daß die Form des zu bearbeitenden Bereichs ein Kreis ist (d. h., daß der Bereich ein Loch ist), während die Position des Lochzentrums aus der geometrischen Informationen entnommen werden kann; es kann jedoch anhand dieser Daten nicht in Erfahrung gebracht werden, ob das Loch ein getriebenes Loch oder ein Gewindeloch ist. Ferner kann weder der Durchmesser des Lochs noch die Tiefe desselben entnommen werden. In dieser Ausführungsform steht ein Bearbeitungskode, der für jeden zu bearbeitenden Bereich die Eigenschaft der auszuführenden Bearbeitung

darstellt, zu der Diagrammnummer für den zu bearbeitenden Bereich in der Bearbeitungseigenschaft-Tabelle T2 in Beziehung. Wenn daher eine Diagrammnummer festgelegt wird, kann die Eigenschaft der auszuführenden Bearbeitung für den der Diagrammnummer entsprechenden Bereich anhand der Bearbeitungseigenschaft-Tabelle T2 in Erfahrung gebracht werden. Hinsichtlich der zu bearbeitenden Bereiche, bei denen die Eigenschaften der auszuführenden Bearbeitung die gleichen sind, können alle diese Bereiche auf der Grundlage des Bearbeitungskodes nacheinander aufgesucht werden, indem die Diagrammnummer eines dieser Bereiche bestimmt wird. Der Bearbeitungskode enthält den Bearbeitungstyp, den Außendurchmesser, die Tiefe und dergleichen. Beispielsweise bedeutet im Bearbeitungskode H220010 für die Diagrammnummer 1200 der Kode "H2", daß das Loch getrieben werden soll, der Kode "20" den Durchmesser des fertiggestellten Lochs und der Kode "010" die Tiefe des Lochs. Der Kode "MO" bedeutet das Bohren eines Gewindelochs, der Kode "PO" bedeutet ein Profilfräsen und der Kode "CO" hat die Bedeutung einer Formarbeit.

Die Daten über die Bearbeitungseigenschaft werden aus der in Fig. 3 gezeigten Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten im Schritt S2 ausgelesen. Der Typ der in einem gegebenen zu bearbeitenden Bereich auszuführenden Bearbeitung kann erkannt werden, indem ein Strukturvergleich der Codes der ersten zwei Stellen in den aus der Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten ausgelesenen Daten mit den in der Bearbeitungs-Typ Datei F2 gespeicherten Codes vorgenommen wird. Die Bearbeitungstyp-Datei F2 steht mit der Arbeitsablauf-Datei F3, die für den Arbeitsablauf-Entwicklungsschritt S3 verwendet wird, in einer in Fig. 4 gezeigten Beziehung. Wenn beispielsweise die Diagrammnummer 1210 festgelegt worden ist, wird der Bearbeitungskode MO12030 ausgelesen, um einen Strukturvergleich des Bearbeitungstyp-Kodezeichens (die ersten zwei Stellen "MO", die ein Gewindeloch darstellen) mit den Zeichen in der Bearbeitungstyp-Datei F2 vorzunehmen. Wenn in der Bearbeitungstyp-Datei F2 das Zeichen "MO" ermittelt wird, wird unter Verwendung der Arbeitsablauf-Datei F3 der Arbeitsablauf-Entwicklungsschritt S3 ausgeführt. In der Arbeitsablauf-Datei F3 werden die Werkzeuge, die bei der Ausführung des Bearbeitungstyps, der durch jedes der Bearbeitungstyp-Kodezeichen dargestellt wird, in der Reihenfolge angeordnet, in der sie verwendet werden sollen. Wenn beispielsweise das Zeichen "MO" ermittelt wird, werden die in der in Fig. 4 gezeigten Tabelle in der Spalte unterhalb des Zeichens "MO" angeordneten Werkzeuge in der Reihenfolge von oben nach unten ausgelesen. D. h., daß ein Körner, ein Bohrer für ein bohrfertiges Loch, ein Anfasbohrer und ein Innengewindeschneider in dieser Reihenfolge ausgelesen werden.

Wenn das Formarbeiten ausgeführt wird, kann in dem Fall, in dem der zu bearbeitende Bereich gegen die Achse des Werkzeugs geneigt ist und der Bereich für das Werkzeug nur schwer zugänglich ist, vorteilhaft eine Drahtschneidemaschine verwendet werden.

Wenn die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, auf diese Weise bestimmt ist, werden aus der Bearbeitungszustand-Datei F4 die Bearbeitungszustände für die Werkzeuge ausgelesen. Wie in Fig. 5 gezeigt, stehen die Bearbeitungszustand-Datei F4, die axiale und/oder radiale Förderrate (F) des Werkzeugs und die Drehzahl (S) des Werkzeugs mit der Werkzeugart, mit dem Durchmesser des Werkzeugs und mit dem

Material des Werkstücks in Beziehung. Der Durchmesser des Werkzeuges ( $\phi D$ ) ist gleich dem Durchmesser des vorbereiteten Lochs, der für jedes Werkzeug auf der Grundlage des Durchmessers des fertiggestellten Lochs bestimmt wird, wobei der Durchmesser des fertiggestellten Lochs im Arbeitsablauf-Entwicklungsschritt S3 bestimmt worden ist.

Wie oben beschrieben, werden im Schritt S4 für jeden zu bearbeitenden Bereich Daten des geometrischen Ortes des Werkzeuges erzeugt. Im Falle eines Bohrvorgangs, in dem das Werkzeug nur in Richtung der Tiefe des zu bohrenden Lochs bewegt wird, wird der geometrische Ort des Werkzeugs nicht erzeugt; Daten für den geometrischen des Werkzeuges werden vielmehr für das Profilfräsen und die Formarbeit erzeugt. Die im Schritt S4 erzeugten Daten werden in der Datei A2 für die Daten der geometrischen Orte des Werkzeuges gespeichert, während der Bearbeitungskode, die Namen der Werkzeuge, die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, die Vorschubraten der Werkzeuge (F), die Drehzahlen der Werkzeuge (S) und dergleichen in der Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 gespeichert werden. Die Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 ist eine Datei, in der die Namen der Werkzeuge oder dergleichen, die in den vorhergehenden Schritten erhalten wurden, temporär gespeichert werden, wenn momentan keine NC-Kodes erzeugt werden. Wenn daher NC-Kodes augenblicklich erzeugt werden, braucht die Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 nicht verwendet zu werden.

In Fig. 6 ist eine Tabelle gezeigt, in der die Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 dargestellt ist. In dieser Tabelle stellt die Eintragsnummer 1 denjenigen zu bearbeitenden Bereich dar, der in der in Fig. 3 gezeigten Tabelle der Diagrammnummer 1200 entspricht, während die Eintragsnummer 10 denjenigen zu bearbeitenden Bereich darstellt, der in der in Fig. 3 gezeigten Tabelle der Diagrammnummer 1800 entspricht. Die Inhalte der Tabelle für die jeweiligen Eintragsnummern unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Operationen. Unter der Eintragsnummer 1 sind für jedes Werkzeug die Bearbeitungsstarttiefe und die Bearbeitungsendtiefe gespeichert. Unter der Eintragsnummer 10 sind für jedes Werkzeug die Bearbeitungsstartkoordinaten (X, Y, Z) gespeichert. Die Bearbeitungsstarttiefe, die Bearbeitungsendtiefe und die Bearbeitungsstartkoordinaten (X, Y, Z) werden aus den geometrischen Daten der dreidimensionalen Designdaten erhalten. In der in Fig. 6 gezeigten Tabelle stellt der Durchmesser den Durchmesser des Werkzeuges dar, während die Priorität die Reihenfolge der Verwendung der Werkzeuge darstellt, wie sie bei der Aufbereitung des Arbeitsablaufs im Schritt S5 verwendet wird.

Wenn die NC-Kodes erzeugt werden, werden die in der Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 gespeicherten Daten ausgelesen und bei der Aufbereitung des Arbeitsablaufs im Schritt S5 verwendet. Der Aufbereitungsschritt S5 wird ausgeführt, um die Effizienz der Bearbeitung zu erhöhen. Wenn beispielsweise angenommen wird, daß zunächst für sämtliche Löcher der Körner verwendet wird, ist es effizienter, zunächst das Körner bei sämtlichen zu bohrenden Löchern ununterbrochen auszuführen, als zunächst für ein Loch sämtliche Bohrschritte auszuführen und anschließend sämtliche Bohrschritte bei einem weiteren Loch auszuführen. In einem solchen Fall wird die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, umgeordnet.

Nach dem Arbeitsablauf-Aufbereitungsschritt S5 werden im Schritt S6 die NC-Kodes für eine Programmablaufanlage erzeugt. Im Schritt S6 werden die beim Schritt S5 ausgegebenen Daten über die Bearbeitungseigenschaft, die Daten über den geometrischen Ort der Werkzeuge für jeden zu bearbeitenden Bereich und die Positionsdaten für jeden zu bearbeitenden Bereich miteinander kombiniert, um so auf der Grundlage dieser Daten NC-Kodes zu erzeugen, die mit der Spezifikation der Programmablaufanlage übereinstimmen. D. h., daß die in der Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten gespeicherten Positionsdaten für jeden zu bearbeitenden Bereich erst bei Erreichen des Schrittes S6 ausgelesen werden und daß bis dahin keine Verarbeitung der Positionsdaten stattfindet. Folglich kann die Vorbereitung des Teilprogramms und die Transformation der CL-Daten unterbleiben. Die Programmablaufanlage-Spezifikationsdatei F5, die dazu dient, jene Daten mit der Spezifikation der Programmablaufanlage in Übereinstimmung zu bringen, enthält die Werkzeugmagazin-Setztabelle F6 und die Werkzeugwechselablauf-Datei F7, wie oben bereits beschrieben worden ist.

Die Werkzeugmagazin-Setztabelle F6 ist eine Tabelle, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist, in der Werkzeugnummern, die Werkzeugfächern der Programmablaufanlage zugeteilt werden, zu den Arten der Werkzeuge in den jeweiligen Werkzeugfächern in Beziehung stehen. D. h., daß eine derartige Werkzeugmagazin-Setztabelle F6 für jede der verwendeten Maschinen erstellt wird, wobei jede Werkzeugmagazin-Setztabelle S6 mit einer der Tabelle zugeordneten Tabellennummer versehen ist. Die in Fig. 7 gezeigte Werkzeugmagazin-Setztabelle F6 gehört zu einer Maschine mit 30 Werkzeugfächern, in denen die Werkzeuge, die sich voneinander durch ihre Art und/oder ihren Durchmesser unterscheiden, vorgesehen sind. Jedes der Werkzeuge ist mit einer Werkzeugnummer und einer Korrekturnummer, die für das Werkzeug spezifisch ist, versehen. Die Korrekturnummer für jedes Werkzeug entspricht einem Korrekturwert, der die vertikale Verschiebung des Werkzeugs angibt. Wenn folglich, wie in Fig. 7 gezeigt, Daten, in denen der Name der Programmablaufanlage, die Nummer der Werkzeugmagazin-Setztabelle F6, die Art des Werkzeuges und der Durchmesser des Werkzeuges spezifiziert sind, eingegeben werden, werden die Werkzeugnummer und die Korrekturnummer ausgegeben.

Die Werkzeugwechselablauf-Datei F7 ist eine Datei, in der die Namen der Programmablaufanlage und die Werkzeugnummern mit den Werkzeugwechselabläufen in Beziehung stehen, wie dies in Fig. 8 gezeigt ist. Da sich die Abläufe zum Wechseln der Werkzeuge entsprechend der Typen von Maschinen und der Arten von Werkzeugen unterscheiden, wird ein Werkzeugwechsel-NC-Kodeblock vorgesehen, der eine Reihe von Werkzeugwechsel-NC-Kodes, zum Beispiel NC-Kodes, die Anweisungen wie etwa "Beenden des stationären Zyklus und dergleichen", "Verschieben zur Werkzeugwechselposition", "Werkzeugwechsel", "Verschieben zum Ausgangspunkt der Bearbeitung", "Spindel ein" und "Kühlmittel ein" darstellen, umfaßt. Derartige Werkzeugwechsel-NC-Kodeblöcke werden für jede Kombination einer Maschine und eines Werkzeugs erstellt. Durch die Eingabe des Namens der Programmablaufanlage, der Werkzeugnummer und der Korrekturnummer werden die Werkzeugwechsel-NC-Kodes, die der Kombination der Maschine und dem Werkzeug entsprechen, aus der Werkzeugwechselablauf-Datei F7 ausgegeben.

Die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine arbei-

tet mit den so gebildeten NC-Bearbeitungsdaten, wodurch ein Produkt geschaffen wird, das mit dem durch einen CAD-Prozeß erzeugten dreidimensionalen Formmodell übereinstimmt. In Fig. 9 ist ein Beispiel eines Werkzeugweges gezeigt, der auf NC-Bearbeitungsdaten basiert, die entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren erstellt worden sind, um aus einer einzigen Metallplatte vier Paare von Teilen 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A und 4B auszuschneiden, wobei sich jeweils ein Element eines jeden Paares in der linken Hälfte und das jeweils andere Element des Paares in der rechten Hälfte befindet. Wenn, wie in Fig. 9 gezeigt, aus einer einzigen Platte eine Mehrzahl von Produkten oder aus einer Mehrzahl von auf gleicher Höhe angeordneten Platten Produkte ausgeschnitten werden und die zu bearbeitenden Bereiche in verschiedenen Produkten, die hinsichtlich der Bearbeitung und der Art des zu verwendenden Werkzeugs gleich sind, kontinuierlich bearbeitet werden, kann die Anzahl der Werkzeugwechsel verringert und die Bearbeitungseffizienz erhöht werden.

Die Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten, die Datei A2 für die geometrischen Orte der Werkzeuge, die Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3, die Bearbeitungsinformationsdatei F1 und die Programmablaufanlage-Spezifikationsdatei F5 werden jeweils in ladbaren Speichern (etwa einer Magnetplatte, einer optischen Platte oder dergleichen) gespeichert. Das Auslesen der Eigenschaft der Bearbeitung aus der Datei A1 für die dreidimensionalen Designdaten, die Eingabe und die Ausgabe von Daten in bzw. aus den Speichern, die Änderung der Daten und die Transformation der Daten werden aufgrund von Befehlen einer Steuervorrichtung, in die eine (nicht gezeigte) CPU eingebaut ist, ausgeführt.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, vielmehr kann die beschriebene Ausführungsform auf vielerlei Arten abgewandelt werden. Wenn beispielsweise die NC-Kodes unmittelbar nach dem Schritt des Bestimmens des geometrischen Ortes des Werkzeugs (Schritt S4) erzeugt werden, brauchen die Daten über die Bearbeitungsart, den Arbeitsablauf und den Bearbeitungszustand nicht in der Bearbeitungsinformation-Zwischendatei A3 gespeichert werden. Wenn ferner der Bearbeitungsablauf nicht sehr kompliziert ist, braucht der Bearbeitungsablauf-Aufbereitungsschritt S5 nicht ausgeführt zu werden. Ferner kann die Programmablaufanlage-Spezifikationsdatei F5 weggelassen werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Bearbeitungsdaten für die Steuerung einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine auf der Grundlage eines Formmodells, das ein Produkt darstellt, welches von der numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine bearbeitet werden soll, **gekennzeichnet durch die Schritte**,  
des Speicherns von aus dem Formmodell gewonnenen Positionsdaten (A1) eines jeden zu bearbeitenden Bereichs und von Bearbeitungseigenschaft-Daten (F1, F2) anhand der Inhalte der für die zu bearbeitenden Bereiche auszuführenden Bearbeitung in einen Speicher,  
des Auslesens (S2) der Bearbeitungseigenschaft-Daten für einen bestimmten zu bearbeitenden Bereich aus dem Speicher,

des Gewinnens von Daten (S3) über die Reihenfolge (F3), in der die Werkzeuge verwendet werden, und von Daten über den Bearbeitungszustand (F4) aus einer Bearbeitungsinformationsdatei (F1) entsprechend den ausgelesenen Bearbeitungseigenschaft-Daten und

des Transformierens (S6) der Daten über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, der Daten über den Bearbeitungszustand und der Positionsdaten eines jeden zu bearbeitenden Bereichs in Bearbeitungsdaten, die für die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geeignet sind.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungseigenschaft-Daten (F2), die Daten (F3) über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, und die Daten (F4) über den Bearbeitungszustand in einer Zwischendatei (A3) gespeichert werden, bevor die Daten (F3) über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, die Daten (F4) über den Bearbeitungszustand und die Positionsdaten (A1) eines jeden zu bearbeitenden Bereichs in Bearbeitungsdaten transformiert werden, die für die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geeignet sind.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten (F3) über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, gemäß einem tatsächlichen Arbeitsablauf aufbereitet werden (S5).

4. Vorrichtung zur Erzeugung von Bearbeitungsdaten für die Steuerung einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine auf der Grundlage eines Formmodells, das ein Produkt darstellt, das durch die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine bearbeitet werden soll, gekennzeichnet durch

Speichermittel, in denen aus dem Formmodell gewonnene Positionsdaten (A1) eines jeden zu bearbeitenden Bereichs und Bearbeitungseigenschaft-Daten (F2) über die Inhalte der für den zu bearbeitenden Bereich auszuführende Bearbeitung gespeichert werden,

Bearbeitungseigenschaft-Lesemittel, die einen zu bearbeitenden Bereich bestimmen und aus den Speichermitteln die Bearbeitungseigenschaft-Daten für den bestimmten zu bearbeitenden Bereich auslesen,

eine Bearbeitungsinformationsdatei (F1), die Daten (F3) über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, und Daten (F4) über den Bearbeitungszustand aufgrund der Eingabe der gelesenen Bearbeitungseigenschaft-Daten ausgeben, und Datentransformationsmittel, die die Daten (F3) über die Reihenfolge, in der die Werkzeuge verwendet werden, die Daten (F4) über den Bearbeitungszustand und die Positionsdaten (A1) eines jeden zu bearbeitenden Bereichs in Bearbeitungsdaten transformieren, die für die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geeignet sind.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65



— Leerseite —

FIG. 1

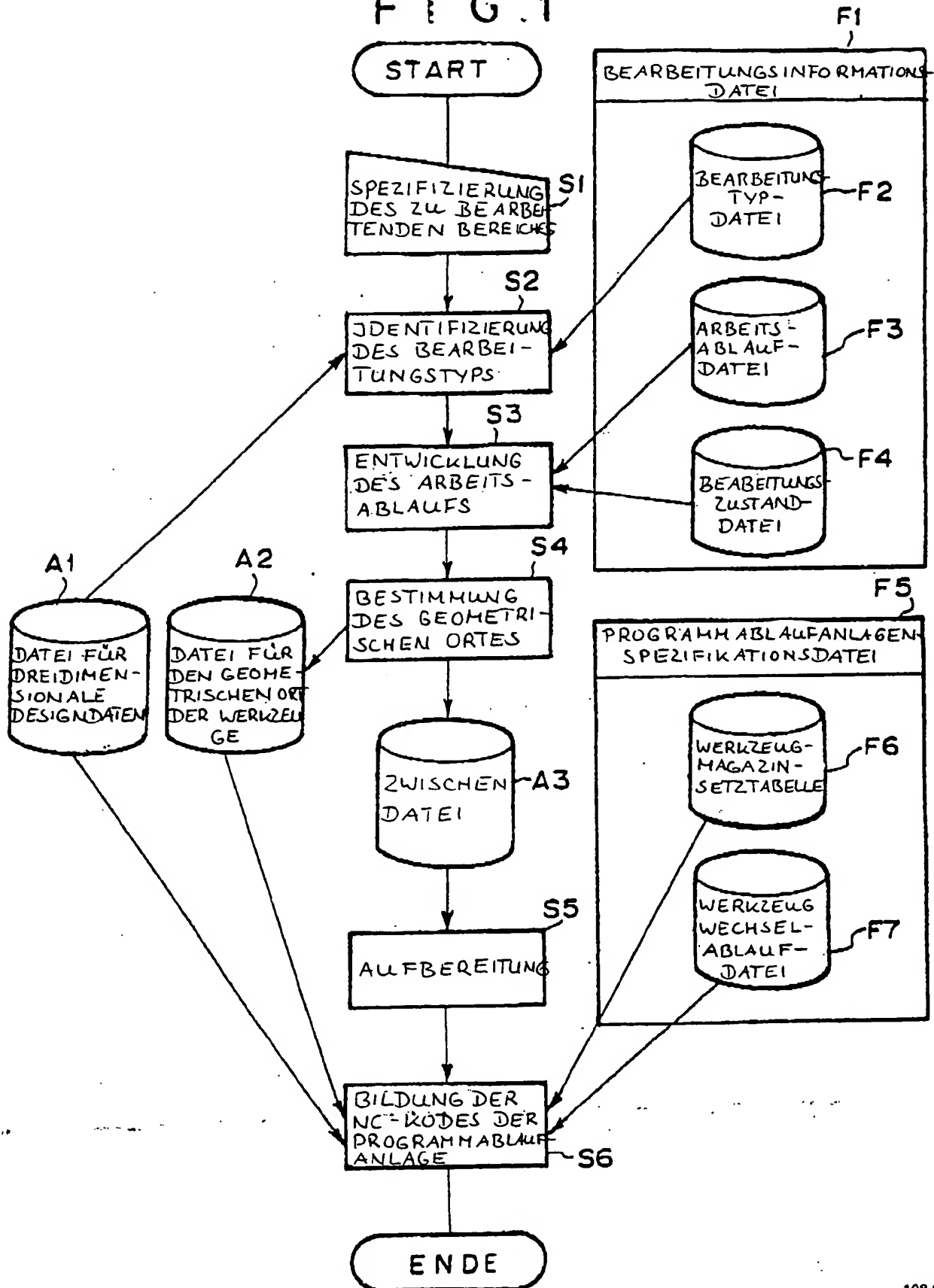
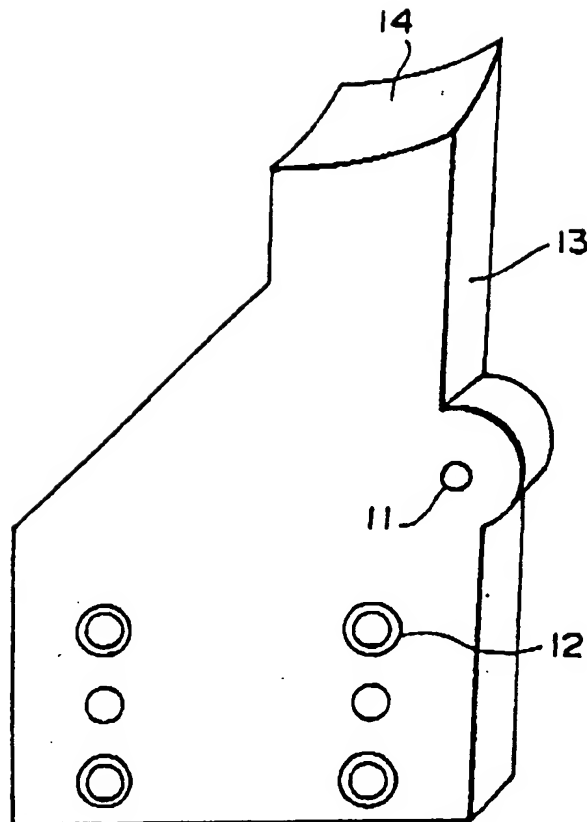


FIG. 2



Number:  
Int. Cl. 5:  
Off nlegungstag:

DE 40 39 132 A1  
G 05 B 19/405  
13. Juni 1991

FIG. 3

T1

DIAGRAMM NUMMER	FORM	GEOMETRISCHE INFORMATION	VERBINDUNGS- ZEIGER
...	...	...	...
1200	KREIS	0000 0000	X X X X X X X X
...	...	...	...
1510	KRÜMMUNG	0000 0000	X X X X X X X X
...	...	...	...
1800	KRÜMMUNG	0000 0000	X X X X X X X X
...	...	...	...

T2

DIAGRAMM NUMMER	BEARBEITUNGS- KODE	TYP
1200	H2 20010	LOCH
1210	M012030	GEWINDEBOHRUNG
1510	P012000	PROFIL
1800	C0 20000	FORMARBEITEN
...	...	...

FIG. 4

BEARBEITUNGS- TYP ABLAUF	H2	MO	PO
1	KÖRNER	KÖRNER	SCHAFTFRÄSEN
2	BOHRER FÜR BOHR- FERTIGES LOCH	BOHRER FÜR BOHR- FERTIGES LOCH	
3	SCHAFTFRÄSEN	ANFASBOHREN	
4	ANFASBOHREN	SCHNEIDEN DES INNENGEWINDES	
5	ERWEITERUNGSBOHREN		
6			

mer:  
 Int. Cl. 5:  
 Offenlegungstag:

DE 40 39 132 A1  
 G 05 B 19/405  
 13. Juni 1991

FIG. 5

Werkzeug Richtung	Körner (øD)		Bohrer (øD)		Fertigbohrer (øD)		Erweiterungsbohrer (øD)		---
	Axial	Diametral	Axial	Diametral	Axial	Diametral	Axial	Diametral	
Material									
SS 41	F=O S=O		F=O S=O		F=O S=O	F=O S=O	F=O S=O	F=O S=O	
...	...		...		...	...	...	...	
S 45C	F=O S=O		F=O S=O		F=O S=O	F=O S=O	F=O S=O	F=O S=O	
...	...		...		...	...	...	...	
...	...		...		...	...	...	...	

FIG. 6

EINTRAGUNGS- NUMMER	KODE	Werkzeug	STARTTIEFE	ENDTIEFE	DURCHMESSER	F	S	PRIORITÄT
1	H220010	1	○	○	○	○	○	○
		2	○	○	○	○	○	○
		3	○	○	○	○	○	○
		4	○	○	○	○	○	○

	KODE	Werkzeug	STARTKOORDINATEN			DURCHMESSER	F	S	PRIORITÄT
			X	Y	Z				
10	C020000	1	○	○	○	○	○	○	○

## FIG. 7

EINGABE

NAME DER MASCHINE, NAME DES DURCHMESSERS  
SETZTABELLE, WERKZEUGS, WERKZEUGS

NAME DER MASCHINE			NUMMER DER SETZTABELLE	
DURCHMESSER DES WERKZEUGS	NAME DES WERKZEUGS	WERKZEUG NUMMER	KORREKTUR NUMMER	BEMERKUNG
4.0	KÖRNER	T01	H01	
8.0	ERWEITERUNGS- BOHRER	T02	H02	
⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	
10.0	BOHRER	T29	H29	
12.0	BOHRER	T30	H30	

WERKZEUG KORREKTUR-  
NUMMER, NUMMER

AUSGABE



## FIG. 8

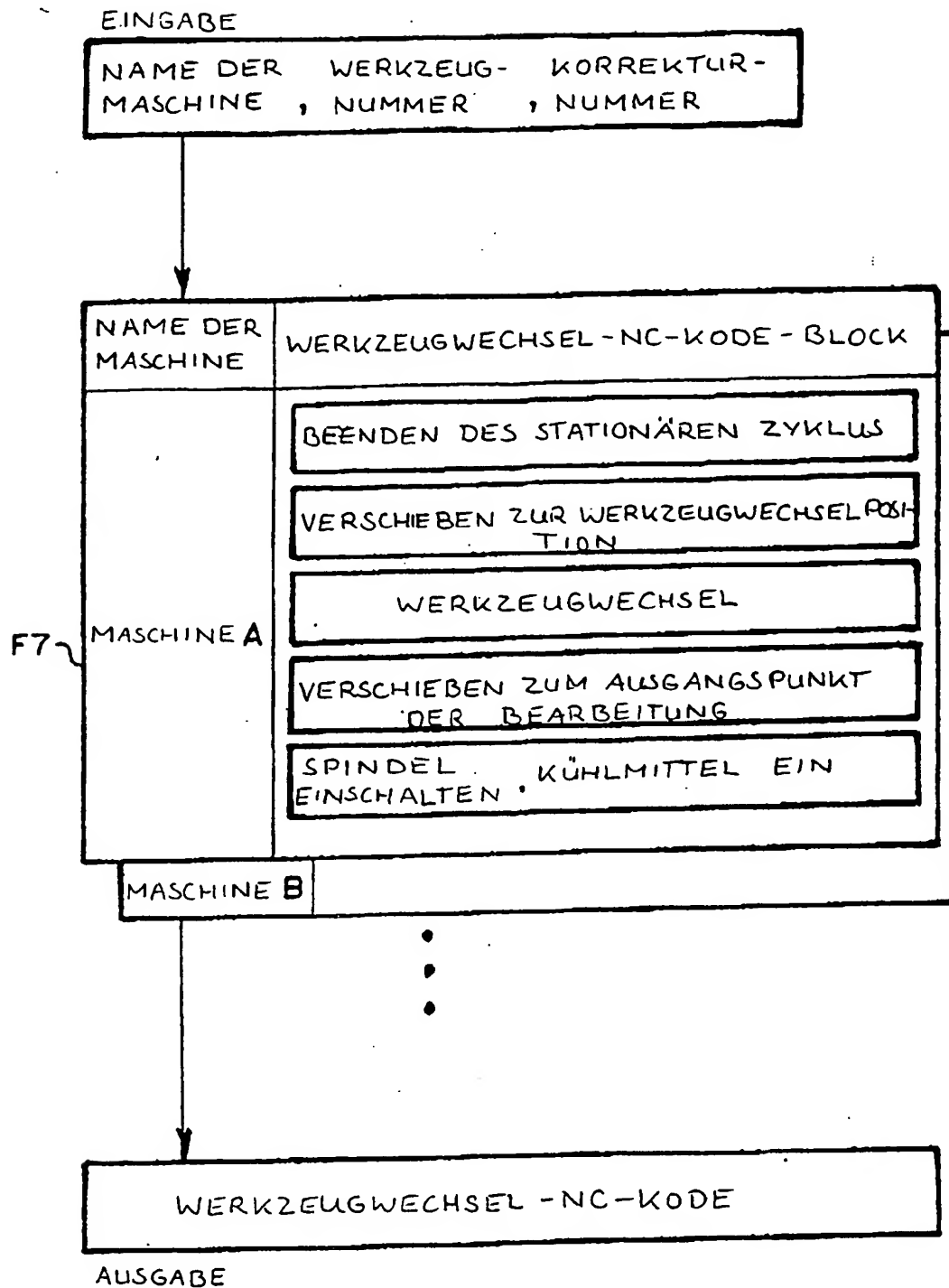


FIG. 9

